Lane Medical Library

Aus der Kieler Universitäts-Zahnklinik
(Direktor: Professor Dr. med. Hentze)

Untersuchungen über das Wego-Metall

unter besonderer Berücksichtigung seiner Korrosionsfestigkeit

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Christian Albrechts-Universität zu Kiel

Vorgelegt von

MAGDA SCHRÖDTER
appr. Zahnärztin
aus Lieberose

Aus der Kieler Universitäts-Zahnklinik
(Direktor: Professor Dr. med. Hentze)

Untersuchungen über das Wego-Metall

unter besonderer Berücksichtigung seiner Korrosionsfestigkeit

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Christian Albrechts-Universität zu Kiel

Vorgelegt von

MAGDA SCHRÖDTER

appr. Zahnärztin

aus Lieberose

N. 3
Rektoratsjahr 1935/36.
Referent: Prof. Dr. Hentze.
Korreferent: Privatdozent Dr. Bichelmayr.
Zum Druck genehmigt: Prof. Dr. H. Löhr.
Dekan.

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153522_0111

Unter den wenigen Metallen, die im Altertum bekannt und gebräuchlich waren, steht das Gold an erster Stelle. Seine hervorragenden Eigenschaften, besonders seine „Unveränderlichkeit" im reinen Zustand, bewirkten, daß es zur Herstellung von „Zahnersatz", wenn man die damaligen Arbeiten als solchen bezeichnen darf, Verwendung fand.

Die ältesten Funde von Zahnersatz sind bei den Etruskern gemacht worden. Eine Arbeit, die wohl mit Recht als „Brücke" angesprochen werden kann — sie besteht aus zwei an den Enden vereinigten Goldstreifen von 5 mm Breite; durch vier Querstreifen werden fünf Fächer für die einzelnen Zähne gebildet, von denen die mittleren durch Goldniet-stifte befestigte Ersatzzähne tragen —, ist bei Tarquinii gefunden worden. Sie stammt mit größter Wahrscheinlichkeit aus dem 9. Jahrhundert v. Chr. Die Phönizier übten sich auch schon in der Kunst des Zahnersatzes, wie ein Fund aus dem Grabe bei Sidon, wohl aus dem 3.—4. Jahrhundert v. Chr., zeigt. Daß auch die Römer Sinn für lückenlose Zahnreihen hatten, beweist Martial (geb. 64 n. Chr.) in seinen Satiren, in denen er die Schönen des damaligen Rom wegen ihrer falschen Zähne verspottet. Während vieler Jahrhunderte blieb die Technik des Zahnersates auf derselben Stufe stehen. Erst gegen Ende des 16. Jahrhunderts kann man aus der Schrift von Jakob Horst, Professor der Medizin: De aureo dente maxillari pueri Silsesii ersehen, daß es bereits in damaliger Zeit kunstfertige „Zahntechniker" gab. Hat doch drei Jahre lang der im 3. Lebenjahre gewachsene „goldene" Zahn den häufigen Untersuchungen zum Trotz den Glauben an seine Natürlichkeit aufrecht erhalten.

1728 verfertigt Fauchard bereits Stiftzähne aus Gold.

Als dann 1774 das Porzellan durch Duchâteau und 1839 der vulkanisierte Kautschuk durch Goodyear in die zahnärztliche Prothetik eingeführt wurden, blieb doch trotzdem ein gewisses Interesse an der Metalltechnik bestehen. Ja, die Nachteile der abnehmbaren Kautschukprothese machten es gerade zur Notwendigkeit, sich mit der Metallkunde eingehender zu beschäftigen. Hauptsächlich beschränkte man sich aber auf das Gold und seine Legierungen.

Doch in den Kriegs- und Nachkriegsjahren, als die Knappheit und der steigende Preis des Goldes sowie die Zahlungsunfähigkeit der Patienten sich bemerkbar machten, war der Praktiker gezwungen, zu Ersatzmitteln zu greifen, um den bestehenden Forderungen gerecht zu werden.

In der Hauptsache waren es Spezialmessinge wie Kosmos, Randolf, Chrysit, Wiegold, Edelbronze-Degussa, zu denen man Zuflucht nahm. Diese Legierungen waren derart zusammengesetzt, daß sie den physikalischen Anforderungen entsprachen. Anders aber stand es mit der chemischen Widerstandsfähigkeit, der Löslichkeit in der Mundflüssigkeit und der damit verbundenen Intoxikationsgefahr. Die Möglichkeit der Vergiftung durch zahnärztlich verwendetes Metall ist dadurch gegeben, daß sich Bestandteile im Speichel lösen, in den Digestionsapparat gelangen und dort ätzend wirken. Es treten resorptive Metallwirkungen auf, d. h. entzündliche Beeinflussungen des Verdauungskanals, die im Munde zu Stomatitis führen, im Dickdarm zu diphtherischer Veränderung der Schleimhaut, in den parenchymatösen Organen rufen sie Veränderungen wie Nephritis und Nierensklerose hervor, bei den Muskeln und Nerven können sie Lähmungen zur Folge haben. Da all diese Erscheinungen nicht akut auftreten, hat man den Vorgang analog zu Nekrobiose mit Pathobiose bezeichnet. Andererseits besteht die Möglichkeit, daß besonders bei vorhandener Gewebsacidose sich die Metalle bei Berührung mit der Schleimhaut lösen, direkt ins Blut gelangen und hier Vergiftungserscheinungen hervorrufen. Da nun besonders Kupfer und Blei, die in diesen Legierungen vorhanden sind, eine hohe Lösungstension haben, wurden diese Metalle nach umfassenden Forschungen Wannenmachers und Schoenbecks verworfen. Auf ihre Veranlassung richtete sich jetzt das Augenmerk auf Silber-Zink-Platin-Kompositionen.

Das Checo Nr. 47, eine Ag-Sn-Pt-Legierung, und eine ähnliche Komposition der deutschen Gold- und Silberscheideanstalt auf Ag-Zn-Basis kamen in den Handel. Pfaff und Schlungbaum veröffentlichten 1923 ihre guten Erfahrungen mit Checo, wiesen aber auf die schwierige Verarbeitung und die Verfärbung im Munde hin. Wannenmacher stellt beide Metalle auf Grund seiner mikroskopischen und Korrosionsuntersuchungen als einwandfrei hin, rügt aber auch die geringe Farbbeständigkeit. Das Anlaufen der Metalle wird bedingt durch Sauerstoff und Schwefel. Letzterer kommt im Munde als Schwefelwasserstoff und Schwefelsäure vor. Seine Verbindung mit Silber, Zinn mit Sauerstoff oder Schwefel sind dunkel bis schwarz. 1921 berichtet Witt über sehr gute Erfahrungen mit einer Ag-Sn-Legierung. Und auch die Untersuchungen Gröschels en-

digen damit, daß „wohl behauptet werden darf, daß die Ag-Sn-Komposition allen Ansprüchen, die man an ein gutes Gußfüllungsmaterial stellen kann, gerecht wird, und daß evtl. Anlauffarben durch naszierenden Schwefelwasserstoff leicht durch die Zahnbürste beseitigt werden können". Trotz der wesentlichen Vorteile, die diese Legierungen gegenüber den Spezialmessingen aufzuweisen hatten, fanden sie nicht den Anklang in der Praxis, wie er vermutet werden sollte. Und zwar liegt es nach Ansicht Wannenmachers an der Besserung der wirtschaftlichen Lage nach der Inflation, die dem größten Teil der Patienten es ermöglichte, Gold für Zahnersatz verarbeiten zu lassen.

Nicht unerwähnt in der Geschichte der Metallprothetik mögen der rostfreie V_2A-Stahl der Firma Krupp und das Aluminium, sowie die Al-Si-Legierung Silumin bleiben. Während die komplizierte teure Apparatur zur Bearbeitung und die bedingte Korrosionsbeständigkeit — sie ist abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Materials — dem V_2A-Stahl bei der allgemeinen Einführung im Wege stand, ist dem Aluminium wegen seiner erheblichen Angreifbarkeit durch Quecksilber und durch die fast unmögliche Lötbarkeit die Anwendung im großen in der zahnärztlichen Prothetik versagt.

Erst die letzten Jahre haben wieder die Frage nach Goldersatzmetallen oder billigen Goldlegierungen akut werden lassen. Da man zudem durch die Fortschritte der Metallkunde Mängel an dem so hoch geschätzten Feingold sowohl in chemischer — es wird von Schwefelwasserstoff in statu nascendi geschwärzt — als auch in physikalischer Hinsicht — geringe Elastizität, große Weichheit — feststellen konnte, hat man es mit den verschiedenartigsten Metallen legiert, um unbrauchbare Eigenschaften auszuscheiden und gute zu akkumulieren. Es nimmt daher kein Wunder, daß innerhalb der letzten Jahre der Markt überschwemmt wurde von Edelmetall-Legierungen mit und ohne Goldgehalt, die vollwertigen Ersatz für Gold bieten sollten.

So brachten die Platinschmelze W. C. Heraeus Hanau am Main eine Ag-Pt-Legierung Alba K_4 und die Degussa Pforzheim eine Pd-Ag-Legierung Palliag 0 heraus, die nach Ansicht Falcks „in gewissen Grenzen als Ersatz für Pt-Au-Legierungen dienen können". Wilhelm betont sogar eine bakterizide Wirkung des Palliag, die er auf den Silbergehalt zurückführt, und möchte diese Legierung als „eines der wertvollsten Ersatzmittel, wenn nicht überhaupt als das Ersatzmittel für Gold" ansehen.

Ungezählt aber sind die Legierungen, die unter Goldzusatz geschaffen wurden, wie Pedagan (hauptsächlich Palladium und Silber, wahrscheinlich aber auch ein geringer Gold-

zusatz), Econor (ca. 5—10% Au), Spargold mit rund 25% Gold, Fritschmetall (7.5% Ir, 18% Pt, 55% Au), Orthallor (0.5% Ir, 8% Pt, 67% Au) und viele andere.

Mir ist die Untersuchung des Wego, einer goldreichen Silber-Palladium-Legierung, zur Aufgabe gestellt.

Grundbedingung für die Brauchbarkeit einer Legierung in der zahnärztlichen Technik ist die Homogenität. Von einer homogenen Legierung fordern wir aber, daß sie sich aus einer einheitlichen Kristallart zusammensetzt, d. h., daß sie keinerlei artfremde Bestandteile und keine Konzentrationsunterschiede aufweist. Das kann aber nur der Fall sein, wenn ihre Bestandteile sich sowohl in flüssiger als auch in fester Phase in jedem Verhältnis ineinander lösen und als Ausscheidungsprodukt nur eine einzige Kristallart bilden, nämlich ein Mischkristall. Dieser enthält je nach den Konzentrationsverhältnissen die in der Legierung vorhandenen Metalle. Als Beispiel möge hier das System Gold-Silber oder Gold-Palladium angeführt sein. Beide sind in jedem Verhältnis ineinander löslich. Wenn man aber eine solche Legierung erstarren läßt, treten wegen der Größe des Kristallisationsintervalls — Gold schmilzt bei 1060°, Silber bei 960° — Seigerungserscheinungen auf, d. h. Entmischungserscheinungen, die der Homogennität entgegengerichtet sind. Es werden sich zuerst goldreichere Silber-Kristalle, dann gleichmäßig gold- und silberhaltige, bis schließlich goldärmere Silberkristalle absetzen. Diese Anreicherung bzw. Verminderung des Prozentgehaltes an den einzelnen Komponenten erfolgt zunächst so, daß sich in jedem Kristall Zonen verschiedener Konzentration bilden. Da nun die Kristalle die Fähigkeit haben, wenn ihnen Zeit gelassen wird, sich mit der Schmelze ins Gleichgewicht zu setzen auf Grund der außerordentlich großen Beweglichkeit der Moleküle, erfolgt auf dem Wege der Diffusion der Konzentrationsausgleich vom Kern des Kristalls zum Rande hin und umgekehrt, so daß in jedem Temperaturgebiet ein vollkommen homogener Mischkristall vorliegt, der dem maximalen Lösungsvermögen eben dieser Temperatur entspricht. Bei zu raschem Durchlaufen des Kristallisationsintervalls können die Diffusionsvorgänge verhindert werden, d. h. es bilden sich sog. „Schichtkristalle", welchen Vorgang man mit „interkristalliner Seigerung" bezeichnet. Zur Vermeidung dieser unerwünschten Konzentrierung der Metallteilchen ist es ratsam, möglichst langsam durch das Kristallisationsintervall hindurchzugehen, um durch Diffusion den Konzentrationsausgleich zu schaffen. Da der Diffusionsprozeß sich während der Erstarrung und auch bei niederer Temperatur fortsetzt, ist es ratsam, die Legierung kurz unterhalb des Erstarrungspunktes zu tempern, bis alle Konzentrationsunterschiede behoben sind. Die Orte von

verschiedenem elektrochemischen Potential sind später die Hauptursache für die Korrosion, d. h. die Angeifbarkeit durch Säuren, Basen und Salzlösungen, und daraus der Verfärbung. Mit der Homogenität ist also die Mund- und Farbbeständigkeit gegeben.

Eine andere wünschenswerte Eigenschaft bei Dentallegierungen ist ihre Vergütbarkeit.

Den Begriff der Vergütung oder Veredelung hat Guertler auf der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde in Düsseldorf 1929 dahingehend formuliert, daß darunter „eine Wärmebehandlung, welche die Gesamtmasse eines Metallstückes in ihren mechanischen Eigenschaften in Zusammenhang mit inneren heterogenen Zustandsänderungen verbessert, ohne daß die Zusammensetzung geändert wird", zu verstehen ist. Als notwendige Vorbedingung für die Vergütbarkeit ist das Vorhandensein eines übersättigten Mischkristalles anzusehen. Unter einem Mischkristall versteht man aber eine Lösung in festem Zustand. Es kann daher ein Mischkristall jede Phase einer Lösung darstellen, sowohl eine übersättigte als auch eine nicht gesättigte. Ebenso wie Flüssigkeiten bei steigender Temperatur ein besseres Lösungsvermögen aufweisen, so sind auch Metalle bei tieferen Temperaturen nicht fähig, dieselbe Menge eines anderen Metalles in Lösung zu halten wie bei höheren. Da jeder Temperatur ein maximales Lösungsvermögen entspricht, werden bei einer Abkühlung die in höheren Temperaturgebieten gelösten Stoffe auf dem Wege der Diffusion wieder aus dem Verband ausgestoßen und setzen sich an den Korngrenzen der ursprünglich festen Lösung in Form von neugebildeten Kristallen als Segregationsprodukte an. Diese Ausscheidung erfolgt jedoch in derart kleinen Einheiten, daß selbst im Mikroskop bei stärkster Vergrößerung keine Kriställchen erkennbar sind. Auf ihre Anwesenheit kann nur durch die gewaltige Änderung in den mechanischen Eigenschaften geschlossen werden wie Steigerung der Härte. Man kann sich den Vorgang dadurch erklären, daß durch Störung in der Regelmäßigkeit das Raumgitters die Gleitfähigkeit der einzelnen Kristalle gegeneinander vermindert wird, daß die Gleitebenen des ausgeschiedenen Bestandteiles nicht parallel liegen zu denen des Metalls, was zur Härtung führt. Durch schroffes Abschrecken aber, d. h. durch möglichst rasches Durchlaufen des kritischen Entmischungsgebietes kann man die Ausscheidung verhindern und dadurch das homogene, übersättigte Mischkristall erhalten. Bei den meisten Edelmetall-Legierungen ist der so erhaltene homogene Zustand des Werkstoffes weich und gut verarbeitbar. Durch nachträgliches Glühen erhält er dann die gewünschte Härtung. Die Zeit und Temperatur aber sind

von äußerster Wichtigkeit für die Art und Form der Ausscheidungsprodukte. Je feiner die Teilchen, um so höher ist der Vergütungseffekt. Während also auf der einen Seite gerade die Feinheit der abgesonderten Entmischungsprodukte die Vergütung hervorruft, arbeitet auf der anderen Seite ihr Bestreben, sich zu agglomerieren, dem gewünschten Ziele entgegen. So ist also der Zustand, den man bei der Vergütung anstrebt, der Ausgleich zwischen der anwachsenden Härte durch weitere Ausscheidung neuer Partikel und der abfallenden Härte durch das langsame Zusammenballen der schon entstandenen Partikel. Er ist gekennzeichnet durch maximale Steigerung der Härte, Festigkeit Elastizität bei relativ geringem Rückgang der Dehnungsfähigkeit. Bei Überschreiten dieses Punktes werden die Legierungen wieder spröde. Man spricht dann von einer „Übervergütung".

Neben diesen Hauptforderungen, die man an eine gute und zweckmäßige Legierung für zahnärztliche Prothetik stellt, verlangt man gute Verarbeitbarkeit, nämlich daß der Schmelzpunkt nicht über 1000—1100° liegt, da sonst die normalen Brenner und Gebläse nicht verwendet werden können, ästhetisches Aussehen und möglichste Billigkeit.

Nachdem die Eigenschaften, die von jeder brauchbaren Dentallegierung unbedingt gefordert werden müssen, auseinandergelegt sind, möge zur Untersuchung des Wego, einer goldreichen Silber-Palladium-Legierung, übergegangen werden.

In den letzten Jahren erst ist das Palladium in stärkerem Umfange in die verschiedensten technischen Verwendungszwecke eingeführt worden. Seine überaus bestechenden Eigenschaften waren schon lange bekannt. Aber der hohe Preis bildete das Hindernis für einen größeren Anwendungsbereich. Erst nachdem es infolge besserer Gewinnungsmethoden in größeren Mengen auf den Markt kam, fiel der Preis stark herab, und man konnte an eine allgemeine Verwendung denken.

Im periodischen System gehört das Palladium zur Gruppe der Platinmetalle. Von diesen hat es den niedrigsten Schmelzpunkt, 1570° gegen Pt 1764°, und nur die Hälfte des spezifischen Gewichts, Pt 21.4. Pd 11.9. Es ist weich (4.8), besitzt eine gute mechanische Verformbarkeit, tadellose Polierfähigkeit und eine schöne weiße Farbe. Es weist nur nicht die hohe Korrosionsbeständigkeit auf, die das Platin auszeichnet. Palladium löst sich leicht in Salpetersäure auf und neigt stark zur Gasaufnahme, die allerdings durch geeignete Legierungsbildung fast ganz aufgehoben werden kann. Es hat die Fähigkeit, beim Erhitzen Wasserstoff zu absorbieren unter Zunahme seines Volumens, über 100° wird Palladium-Wasserstoff allerdings wieder zersetzt. Im Palladium lösen

sich Gold und Silber, Kupfer und Nickel in jedem Verhältnis, so daß es ohne weiteres gelingt, aus diesen Komponenten Legierungen herzustellen, die eine ununterbrochene Reihe von Mischkristallen bilden, eine unbedingte Voraussetzung für die Brauchbarkeit von Dentallegierungen.

Schon F e u ß n e r hat auf die großen Vorteile hingewiesen, welche Legierungen durch Palladiumzusatz erwachsen, besonders von Palladium zu Gold- und Silberlegierungen. Das Palladium erzeugt einerseits in den Legierungen eine feinkörnige Struktur, wodurch es verfestigend wirkt, andererseits erhöht es die chemische Widerstandsfähigkeit gegen Schwefelwasserstoff, Schwefelalkalien, schweflige Säure, Schwefellösungen in fester und flüssiger Form. Das Anlaufen von Edelmetallegierungen beruht nämlich nicht, wie man gewöhnlich annimmt, auf Oxydation, sondern auf Schwefelung. Im allgemeinen setzte man den Goldlegierungen Palladium zu. Das Palladium bewirkt eine größere Elastizität des Goldes, erhöht dessen Härte und übt eine stark entfärbende Wirkung aus. 10% Pd nach J a h n, 17% nach C h o u l a n t machen das Gold weiß. Als nun aber aus Sparsamkeitsrücksichten das Gold ersetzt werden mußte, versuchte man es durch Silber, dessen mechanische Eigenschaften denen des Goldes wenig nachstehen.

In Verbindung mit Silber hat das Palladium die Eigenschaft, die starke Neigung des Silbers zur Bildung dunkler schwefelhaltiger Verbindung stark herabzusetzen, ja, bei 20—30% Palladiumzusatz diese praktisch anlaufbeständig zu machen. Doch reine Silber-Palladium-Legierungen besitzen einen relativ hohen Schmelzpunkt und weisen nur geringe Vergütungserscheinungen auf. Und zwar beruht es wohl darauf, daß die für die Härtung notwendige Ausscheidung einzelner Bestandteile wegen des sehr guten Lösungsvermögens des Palladiums für andere Metalle unterbunden wird. Erst in Verbindung mit Kupfer, Zink und Zinn erreicht man einen nennenswerten Vergütungseffekt. Doch es stellte sich bald heraus, daß so ungeheure Kupfermengen nötig waren, daß die Korrosionsbeständigkeit stark darunter litt. Erst durch Hinzufügung weiterer Zusätze, vornehmlich Metalloidstoffe, fand man Zusammenstellungen, die den Praktiker befriedigten. Es ergaben sich relativ niedrig schmelzende Legierungen, die sowohl in ihren mechanischen wie chemischen Eigenschaften den Ansprüchen entsprachen. Sie verfügen bei einem Palladiumgehalt von 20—40% über gute Vergütung und hervorragende Verarbeitbarkeit. In weichem Zustande, den man durch schnelles Abschrecken von 950 bis 1000° erhält, ist die Legierung leichter verformbar als die bekannten Goldlegierungen. In hartem Zustand erreicht sie mindestens deren Härte, ja, übertrifft sie vielfach.

Was nun das Wego speziell anbetrifft, so handelt es sich hier um eine auf der Basis Au—Pd—Ag aufgebaute Edelmetallegierung von ca. 10—15% Gold. Außerdem sind Platin, Kupfer und Zinn darin enthalten. Der Edelmetallgehalt beträgt 90—98%.

Seine Farbe ist mattweiß und wirkt nicht unschön.

Meine Aufgabe war es nun, das Metall auf seine Korrosionsfestigkeit bzw. Mundbeständigkeit zu untersuchen. Die Prüfung eines Werkstoffes auf den Korrosionswiderstand kann nur durch den Dauerversuch erfolgen, der den Gebrauchsverhältnissen möglichst angepaßt ist. Als Maßstab für Korrosion wird in der Regel die Gewichtsabnahme des Probekörpers genommen. Das Metall wird den verschiedensten wässrigen Lösungen als Elektrolyten zum chemischen Angriff ausgesetzt. Als Elektrolyt wurde in erster Linie frischer menschlicher Speichel gewählt, der alle 24 Stunden erneuert wurde und keine konservierenden Zusätze erhielt, um möglichst physiologische Vorbedingungen zu wahren. Außerdem fanden 1%ige NaCl-Lösung, 1%ige Milchsäure, 1%iges NaCl-Milchsäuregemisch, und aqua destillata Anwendung. Diese Lösungen sind für Korrosionsversuche heute allgemein üblich. Da der NaCl-Gehalt des menschlichen Speichels aber zwischen 0.46—0.20% schwankt. habe ich auch die Mischung 1% Milchsäure — ¼% NaCl 1:1 gewählt, um den natürlichen Verhältnissen möglichst zu entsprechen.

Vor den Wägungen wurden die Wego-Platten in Äther und absolutem Alkohol entfettet, geschüttelt, kurz durch die Flamme gezogen und exakt zunächst 30 Minuten im elektrischen Trockenschrank und hierauf im Exsikkator gründlichst getrocknet. Nachdem sie auf der Analysenwage auf 4 Dezimale genau abgewogen waren, wurden sie unmittelbar den Korrosionsflüssigkeiten ausgesetzt in Reagenzgläsern mit konkavem Boden, um die Einwirkung des Elektrolyten von allen Seiten zu ermöglichen.

Die Wägungen erfolgten zunächst jeden Tag, dann alle zwei Tage und gegen Schluß der Versuchszeit jeden dritten Tag. Vor jeder Wägung aber wurde die oben beschriebene Prozedur wiederholt. Die Dauer der Versuche betug 28 Tage bei einer Flüssigkeitsmenge von 20 cm^3. Bei den Versuchen ergab sich folgendes Resultat:

Versuch 1:

Elektrolyt: menschlicher Speichel.
Probekörper: 0.7208 Anfangsgewicht.
Abnahme: 0.0003.

Versuch 2:

Elektrolyt: 1%ig NaCl-Lösung.
Probekörper: 0.8014 Anfangsgewicht.
Abnahme: 0.0002.

Versuch 3:

Elektrolyt: 1%ige Milchsäure.
Probekörper: 0.7220 Anfangsgewicht.
Abnahme: keine.

Versuch 4:

Elektrolyt: 1%ig NaCl-Milchsäuregemisch.
Probekörper: 0.7509 Anfangsgewicht.
Abnahme: keine.

Versuch 5:

Elektrolyt: ¼% NaCl-1%ig Milchsäuregemisch 1 : 1.
Probekörper: 0.7254 Anfangsgewicht.
Abnahme: 0.0003.

Versuch 6:

Elektrolyt: aqua destillata.
Probekörper: 0.6719 Anfangsgewicht,
Abnahme: keine.

Sämtliche Versuche ergaben entweder eine Gewichtskonstanz oder eine derart geringe Gewichtsabnahme, daß sie praktisch wohl kaum zu bewerten ist. Selbst unter dem Mikorskop zeigten sich keine Angriffserscheinungen. Bei der mikroskopischen Betrachtung der kristallinen Struktur der Metallegierung, wobei das Werkstück vorher mit konzentrierter Salpetersäure abgeätzt wurde, bemerkte man ein schönes, gleichmäßiges, außerordentlich fein gekörntes Gefüge. Irgendwelche Farbveränderungen waren nicht sichtbar. Zu erklären sind diese befriedigenden Ergebnisse durch die gute Löslichkeit der Komponenten ineinander.

Was nun die Vergütbarkeit, die Härtesteigerung anbetrifft, so muß ich mich auf die Resultate der Herstellerfirma stützen. Unter Härte eines Materials versteht man den Widerstand, den das Metall einem eindringenden härteren Körper entgegensetzt. Sie wird gemessen durch die aufgegebene Last in Kilogramm. geteilt durch die Oberfläche des Eindrucks in mm^2. Es ergibt dann einen Wert in kg/mm^2, die sog. Brinellhärte. Wego II für Platten und Klammern weist eine Härtesteigerung von 110 auf 210 kg/mm^2 auf. Wego III für Guß von 120 auf 190. Durch sein geringes spezifisches Gewicht, Wego I 11.8, Wego II 11.4, Wego III 11.0, und durch die Möglichkeit der Härtesteigerung durch Vergüten ergibt sich eine große Materialersparnis. Da außerdem sein Grammpreis durchschnittlich die Hälfte des Goldpreises beträgt, wird es zu einem billigen zahntechnischen Material.

Auch in der Verarbeitung des Metalls wurden befriedigende Ergebnisse erzielt. Das Schmelzintervall von Wego III liegt bei 1010°, einem Temperaturgebiet, das mit den üblichen Brennern und Gebläsen erreicht werden kann. Da die Schmelze ziemlich dünnflüssig ist, ergibt sie gute Abgüsse. Allerdings ist beim Gießen genau nach den Vorschriften der Herstellerfirma zu verfahren, da man sonst poröse Stellen im Stück erhält. Bei Versuchen war das Metall auf Asbest geschmolzen worden, ohne anschließend gegossen zu werden. Nach der Erstarrung war das Metall von Hohlräumen durchsetzt. Der Grund kann sowohl beim Palladium liegen, das im Schmelzfuß leicht Gasmengen, besonders Wasserstoff, aufnimmt, als auch im Silber zu suchen sein, das im geschmolzenen Zustand aus der Luft Sauerstoff absorbiert, den es beim Erkalten wieder abgibt. Beim gewöhnlichen Gießen mit Einbettung und Schleudern ist diese nachteilige Erscheinung nicht aufgetreten. Das Gußstück ließ sich gut und leicht polieren.

Zusammenfassend darf behauptet werden, daß diese Gold-Silber-Palladium-Legierung als eine dem Gold gleichwertige Dentallegierung anzusehen ist, da sie den Ansprüchen, die man an ein gutes Gußmaterial stellt, gerecht wird, richtige Behandlung des Werkstoffes vorausgesetzt.

Am Ende meiner Ausführungen angelangt, ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Hentze für die freundliche Überlassung des Themas sowie den Leitern des chemischen Institutes der Universität Kiel, Herrn Professor Dr. Diels und Herrn Professor Dr. Mumm, für die gütige Erlaubnis, in ihrem Institut die Wägungen ausführen zu dürfen, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Kiel, den 12. April 1935.

Literatur-Verzeichnis.

Backwinkel: Klammerfragen und Klammerprüfungen. Zahnärztl. Rdsch., 1934, Nr. 24, S. 985.

Choulant: Neue Erfahrungen über die Legierungen auf der Basis Gold-Palladium-Silber. Dtsch. zahnärztl. Wchschr., 1934, Nr. 47, S. 1105.

Choulant: Die Verwendung von Palladium-Gold-Silber-Legierungen in der Zahnheilkunde. Dtsch. Zahnärztl. Wchschr., 1933, N. 49, S. 1165.

Choulant: Das Vergütungsproblem in der zahnärztlichen Technik. Z. R. 1934, Nr. 36, S. 1437.

Choulant: Über das Vergütungsproblem in der zahnärztlichen Technik. Z. R. 1934, Nr. 45, S. 1850.

Falck: Ersatzstoffe für Goldlegierungen. D. z. W. 1934, Nr. 43, S. 1007.

Feußner: Neues aus dem Gebiet der Edelmetalle und ihrer Legierungen. Dtsch. Goldschmiedeztg. 1934, Nr. 31, S. 317.

Feussner: Weiße vergütbare Edelmetall-Legierungen für die zahnärztliche Prothetik und Orthopädie. D. z. W. 1933, Nr. 31, S. 739.

Fraenkel: Vergütbare Aluminiumlegierungen. Ztschr. f. Metallkunde 1930, Nr. 3, S. 84.

Frey: Zur Frage der Giftigkeit zahnärztlicher Metall-Legierungen. D. z. W. 1922, Nr. 52, S. 635.

Guertler: Die „Vergütung" oder „Veredelung" von Legierungen. Ztschr. f. Metallkunde 1930, Nr. 3, S. 78.

Gröschel: Untersuchungen über die Verwendungsmöglichkeit einer Silber-

Heimerle u. Meule: Ersatzgold und ähnliche Bezeichnungen. Dtsch. dent. Wchschr. 1934, Nr. 26, S. 609.

zinnlegierung zu Gußfüllungen. Z. R. 1932, Nr. 3, S. 93.

Jahn: Die Materialen im zahnärztlichen Laboratorium.

Maevers: Zur Metallfrage in der zahnärztlichen Praxis. Z. R. 1934, S. 49, S. 2009.

Merz: Einführung in die zahnärztliche Metallographie. D. Z. W. 1933, Nr. 31 S. 729. D. Z. W. 1933, Nr. 49, S. 1152.

Murke: Vergütbare Zahngoldlegierungen und ihre Verarbeitung. D. Z. W. 1933, Nr. 49, S. 1171.

Montag: Beitrag zur zahnärztlichen Metallkunde. D. Z. W. 1918, Nr. 15, S. 121.

Nowack: Gold und Goldlegierungen. Ztschr. f. zahnärztl. Materialkunde und Metallurgie 1929, H. 2—3, S. 91.

Nowack: Vergütbare Edelmetallegierungen. Ztschr. f. Metallkunde 1930. Nr. 3, S. 94.

Nowack-Leuser: Mechanische Eigenschaften von vergütbaren Goldlegierungen und ihre Anwendung in der zahnärztlichen Prothetik. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1931, Loos-Sonderh., S. 61.

Oettinger: Zwei Kardinalpunkte bei der Verwertung unserer Goldlegierungen. Z. R. 1927, Nr. 52, S. 925.

Paasch: Prothesematerialien. Dentistische Reform 1934, H. 34, S. 628.

Rosenhain: „Vergütbare Legierungen". Meinungsaustausch. Ztschr. f. Metallkunde 1930, Nr. 4, S. 141.
Schoenbeck: Kurzer Leitfaden der zahnärztlichen Metallkunde.
Schoenbeck: Porenbildung beim Goldguß. Ztschr. f. zahnärztl. Materialkunde und Metallurgie 1929, H. 2—3, S. 109.
Schoenbeck: Einiges über Gold-, Silber- und Goldersatzlegierungen. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1924, H. 1, S. 75.
Spanner: Das Vergütungsproblem in der zahnärztlichen Technik. Z. R. 1934, Nr. 43, S. 1755.
Sterner-Rainer: Die Edelmetallegierungen im Dienste der Zahnheilkunde. Ztschr. f. Stomatologie 1928, H. 4, S. 382.
Sterner-Rainer: Die Amalgame im Dienste der Zahnheilkunde. Ztschr. f. Stom. 1928, H. 5, S. 459.
Sterner-Rainer: Durch welche Legierungen kann 14kar. Gold ersetzt werden? Dtsch. Goldschmiedeztg. 1934, H. 37, S. 387.
Tammann: Nachträgliche Bemerkungen zur Deutung der Vergütungserscheinungen. Vortragsreihe: Vergütbare Legierungen. Ztschr. f. Metallkunde 1930, H. 4, S. 145.
Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie. IV, S. 152 und 156.
Wannenmacher: Über die Verwendungsmöglichkeit einiger Metalle und Legierungen zur Herstellung von Zahnersatz, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Korrosion. Ztschr. f. zahnärztl. Materialkunde und Metallurgie 1925, Nr. 2/3.
Wilhelm: Erfahrungen über Palliag-Metall bei Brücken-Klammern und Bügelstück-Konstruktionen. Z. R. 1934, H. 44, S. 1815.

Lebenslauf.

Als Tochter des Tierarztes Paul Schrödter und seiner Ehefrau Maria, geb. Matting, wurde ich, Magda Schrödter, am 2. Dezember 1911 in Lieberose NL. geboren. Die ersten drei Schuljahre besuchte ich die Volksschule in Lieberose und kam dann auf das Lyzeum in Cottbus. 1925 ging ich auf die Reformrealgymnasiale Studienanstalt über, die ich 1931 absolvierte. Anschließend widmete ich mich in Freiburg i. Br. dem Studium der Zahnheilkunde, wo ich das Physikum im Frühjahr 1933 bestand. Vom SS. 1933 an studierte ich in Kiel und legte im Herbst 1934 dort mein Staatsexamen ab.

Chr. Donath G. m. b. H., Kiel